

实验仪使用说明书

Version2.2　2005-3-1

凌 阳 科 技 大 学 计 划 技 术 资 料

http://www.unsp.com.cn

目　　录



第一章　系统概述

凌阳科技股份有限公司是台湾最大的消费性 IC 设计公司。为回馈教育，改善大专院校单片机教学条件，凌阳公司推出具有长期战略意义的凌阳大学计划。本实验仪是凌阳大学计划推出的以凌阳 16 位单片机 SPCE061A 为核心的实验教学系统，其功能介于实验箱和 35 板之间，属于实验箱的精简版本。

凌阳大学计划实验仪是集单片机应用技术学习、在线调试、在线仿真等于一身的强大的开发工具。SPCE061A 及其系列产品将带领 MCU 的应用迈进片上系统（SOC）时代，让您在体验凌阳音频的欢快愉悦中轻松步入单片机及其嵌入式系统的流行领域。

1.1　功能特点

本系统是初学凌阳 16 位系列单片机的实验设备，能最大程度的激发学生学习单片机的兴趣，巩固单片机的知识，从而达到事半功倍的效果。它大致分为软件部分和硬件部分，两者相辅相成，互为补充。软件为硬件提供编译环境、代码下载、通信软件等；硬件是软件代码的功能实现。实验仪具备如下功能：

1. CPU 为凌阳 SPCE061A 16 位 SOC 单片机。

2. 采用动态扫描方式驱动 1×8 键盘、4 位 8 段数码管、8 个 LED 灯。

3. 5V/3.3V 可选 I/O 输出电压。

4.一路 0~3.3V 可调模拟电压，可方便地完成 AD 的数据采集实验。

5. RS232 接口，可直接与计算机进行通信，或者进行单片机之间的双机通信。

6. SIO 接口扩展存储芯片 SPR4096，扩展 4M Bits Flash 或者 32K Bits SRAM 的扩展存储空间。

7. USB 接口，提供完整的单片机通讯程序、上位机驱动程序及应用范例。

8. 带背光的 128×64 点阵液晶，自带驱动芯片 SPLC501，它采用了最新的 COG 技术使驱动和液晶合二为一。

9.两路音频输出电路，采用凌阳功放芯片 SPY0030A，通过它可以体验 SPCE061A 给您带来的听觉效果。

10. MIC 输入电路，配合 SPCE061A 内置的 AGC 和 OPI 电路，可获得不错的语音数据。

11. PROBE／EZ_PROBE 两种在线下载、编程、调试模式。

12. 提供所有外围电路的原理图、IDE 环境下的 40 个实验的源代码，还提供了方便快捷的网络支持，使您能快速地掌握各种设计方法。

实验仪硬件结构框图请参见图 1.1。

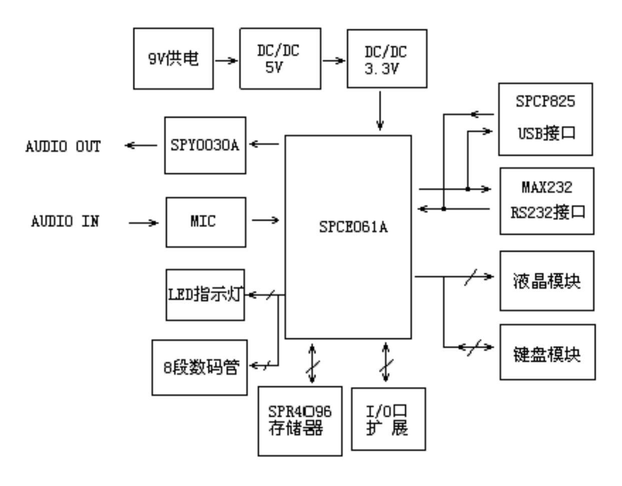


图 1.1　硬件结构框图



1.2　应用领域

凌阳大学计划实验仪功能强大，配备了必要的硬件资源和相应的软件源代码，设计了基础应用实验、语音实验及综合实验共四十个，其中大部分实验具有实际应用价值。

实验仪适用于本科、大专、职业技术学院及中等专业技术学校的应用电子技术、机电一体化、微机应用、数控技术、自动化、计算机原理与应用、仪表控制、信息通信技术、汽车工程等电子应用和微机控制等相关专业。使学生能快速掌握各类电子产品的原理分析、电路检测、开发设计技术，并具有较强的综合运用能力，从而成为具有良好的实际操作能力、设计能力的开拓型电子应用人才。

对于业界用户，实验仪配备了必要的硬件资源和软件资源，如系统在硬件方面扩展了 LCD、KEYPAD、LED、AUDIO IN、AUDIO OUT、UART／USB 等资源。实验仪的部分实验具有很强的实用价值，在此基础上只须做小范围扩展，即可组成一个实用产品平台，可有效的缩短开发周期，满足市场变化需要。

1.3　实验指导书简介

凌阳大学计划实验仪同时还提供了配套实验指导书以供学习参考，此指导书共分三个部分：SPCE061A 基础应用实验 26 个，语音实验 6 个，综合应用实验 8 个。此 40 个实验都提供了汇编代码和 C 代码程序，同时还有硬件连接和实验现象提供出来。在大学计划的网站中可以找到全部的配套程序。 表 1.1 为实验指导书中实验项目的目录。

表 1.1　实验目录

实验性质		实验名称	实验说明	难度
基础应用实验	实验 1	熟悉 μ'nSP IDE 仿真环境下的汇编语言程序的编写	掌握简单的 μ'nSP 汇编语言指令、IDE 仿真环境及在该环境下的汇编程序编写	小
	实验 2	熟悉 μ'nSP IDE 仿真环境下的 C 语言程序的编写	掌握 μ'nSP IDE 仿真环境及在该环境下的 C 语言程序编写	小
	实验 3	汇编语言实现 A 口的输出	掌握 A 口作为输出口的使用方法	小
	实验 4	C 语言实现 A 口的输出	掌握用 C 语言来实现 A 口作为输出口的方法	小
	实验 5	汇编语言实现 B 口作为输入口、A 口作为输出口	掌握用汇编语言实现 B 口作为输入口、A 口为输出口的方法	小
	实验 6	C 语言实现 B 口作为输入口、A 口作为输出口	掌握用 C 语言来实现 B 口作为输入口、A 口作为输出口的方法	小
	实验 7	定时器 Timer A/B	掌握定时器 Timer A/B 的结构及使用方法	小
	实验 8	系统时钟	掌握 SPCE061A PLL 振荡器的功能及其应用、熟悉系统时钟和 CPU 时钟频率的编程方法	小
	实验 9	FIQ 中断	掌握 FIQ 的中断向量和中断源、熟悉中断的编程方法	中
	实验 10	IRQ0/IRQ1/IRQ2 中断	IRQ0、IRQ1、IRQ2 的中断向量和中断源	中
	实验 11	IRQ4 中断	IRQ4 的中断向量和中断源	中
	实验 12	IRQ5 中断	IRQ5 的中断向量和中断源	中
	实验 13	IRQ6 中断	IRQ6 的中断向量和中断源	中



实验性质		实验名称	实验说明	难度
	实验 14	外部中断 EXT1、EXT2	IRQ3 的中断向量和中断源及外部时钟的触发方式	中
	实验 15	键唤醒	SPCE061A 睡眠和唤醒的结构原理、编程方法	中
	实验 16	UART/USB 通讯	SPCE061A 串行口(UART)的结构、与 PC 机串行通讯的原理、编程方法	中
	实验 17	A/D 转换	ADC 输入接口的结构与转换原理、编程方法	中
	实验 18	双通道 D/A	音频输出接口的结构与转换原理、编程方法	中
	实验 19	一路输入的录音	ADC 输入接口的结构、转换原理及实时录音并实时播放的功能、麦克风输入口 MIC_IN 的使用	中
	实验 20	片内 2K SRAM 读写	SPCE061A 2K SRAM 的读写原理、编程方法	中
	实验 21	32K FLASH 读写	SPCE061A 的 32 K 字 FLASH 读写原理、编程方法	中
	实验 22	低电压监测	SPCE061A 低电压监测原理及功能、编程方法	小
	实验 23	低电压复位 LVR	SPCE061A 的低电压复位方式及原理	小
	实验 24	4 位 8 段 LED 数码管显示	动态扫描显示技术、显示缓冲区在显示程序中的应用	中

实验性质		实验名称	实验说明	难度
	实验 25	LCD 字符/图形显示	SPLC501C 的使用方法及相关函数	中
	实验 26	SPR4096 FLASH 的擦除及其读写	SIO 的基本使用方法、SPR4096 的 FLASH 的读写和擦除	中
语音实验	实验 27	SACM-A2000	SACM_A2000 语音格式播放及程序的编写方法、凌阳音频编码算法库(SACM_Lib)、SACM_A2000 的语音文件	中
	实验 28	SACM_S480	SACM_S480 语音格式播放及程序的编写方法、凌阳音频编码算法库(SACM_Lib)、SACM_S480 的语音文件	中
	实验 29	SACM_S240	SACM_S240 语音格式播放及程序的编写方法、凌阳音频编码算法库(SACM_Lib)、SACM_S240 的语音文件	中
	实验 30	SACM_MS01	FM 语音及音乐合成方法	中
	实验 31	SACM_A2000 与 S480/S720 混合播放	SACM_A2000 与 S480/S720 混合语音格式播放及程序的编写方法	中
	实验 32	语音辨识	语音辨识的实现和编程方法	中
综合实验	实验 33	0.5s 定时刷新数码管显示	定时器中断的使用和时基信号的使用、显示缓冲区在显示程序中的接口作用	中



实验性质		实验名称	实验说明	难度
	实验 34	1×8 键盘输入在 LED 数码管上的显示	1×8 键盘的扫描方法、显示缓冲区在显示程序中的接口作用	中
	实验 35	1×8 键盘播放语音	SPCE061A 的外部应用及其语音播放功能	中
	实验 36	带有背景音乐的动态图片	图片显示与音乐的结合	大
	实验 37	UART 控制液晶显示	UART、LCD、SIO、语音的综合使用	中
	实验 38	0~3V 语音电压测量表	凌阳音频、LCD 函数的调用以及 SPCE061A 内部 AD 的使用方法	大
	实验 39	原始语音资源的存储和播放	原始语音的录放方法、凌阳语音压缩及播放效果	大
	实验 40	录音笔	SIO、LCD、KEY、语音综合使用	大

1.4　配套程序简介

实验仪共提供了 40 套实验供学习用，其源代码在凌阳大学计划的网站或凌阳大学计划的光盘中都可以找到。简单介绍此 40 套程序代码中的一些文件资源。.lib 文件为库文件，常用到的是 clib100.lib、sacmv25.lib、sacmv32e.lib、sacmv26e.lib、SPCE061V004.LIB 等，其中 clib100.lib 是 c 函数库，sacmv25.lib、sacmv32e.lib、sacmv26e.lib 是凌阳音频库，SPCE061V004.LIB 是 SPCE061A 常用功能函数，可以在 IDE 下用 libmaker 看这些库里面包含的函数；.h 为头文件；.asm 为汇编函数文件；.c 为 C 语音编写的函数文件。

第二章　硬件结构及接口应用

本章节主要介绍实验仪的硬件接口信息，方便您的正确使用。

2.1　电路外观

凌阳大学计划实验仪 PCB 布局图如图 2.1 所示。

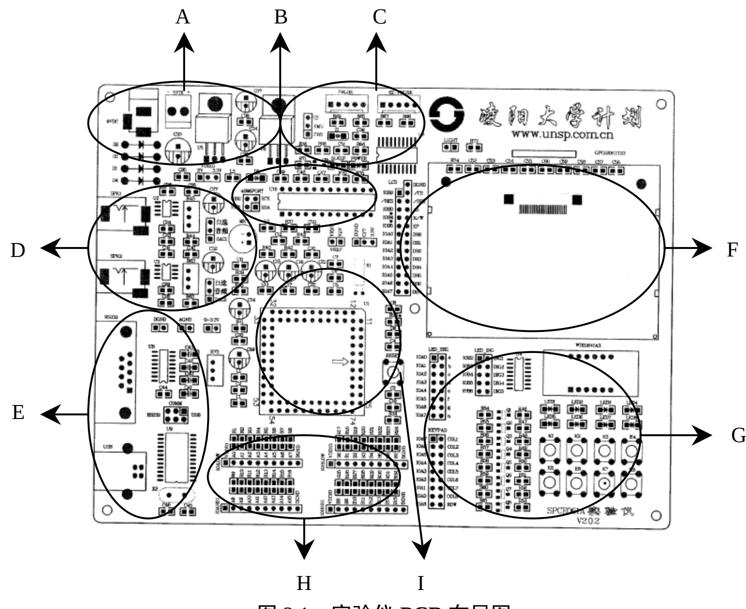


图 2.1　实验仪 **PCB** 布局图

A 区为电源区；B 区为 SPR4096 扩展区；C 区为在线调试 PROBE/EZ_PROBE 接口选择区；D 区为音频 MIC 输入、音频输出区；E 区为 UART/USB 通讯接口



区；F 区为 LCD 显示区；G 区为数码管、LED、KEY 区；H 区为 IOA、IOB 引出区； I 区为 CPU 区。

2.2 主要器件

电路主要器件的说明，如表 2.2 所示。

表 2.2 主要器件一览表

类别	名称	参数	数量	功能
显示器件	4 位 8 段数码管	LG3641AH，共阴， 尺寸：30×14	1	数码显示
	10 个 LED 灯	红色(9 个)，绿色(1 个)， 206 封装	1	状态指示
	LCD	GPG12063YS2_SPEC	1	图形字模显示
IC 与晶体管 与功率器件	SPCE061A	PLCC84 封装	1	主控元件
	SPY0030A	SOP8 封装	2	音频功率放大
	MAX232CSE	SOP16 封装	1	电平转换
	SPR4096	DIP24 封装	1	SIO 存储扩展
	SPCP825A	SOP24 封装	1	USB 协议转换
	ULN2003A	SOP16 封装	1	显示驱动
	74HC244	SOP20 封装	1	EZ_PROBE 接口
其他	驻极体话筒	MIC，外径 10mm	1	语音数据采集
	永磁喇叭	外径 60 mm，0.5w，8Ω	1	语音播放

2.3 应用接口列表

为了能够更好地学习、使用实验仪的系统资源，电路中为用户保留了许多应用接口，表 2.3 列出了各接口的功能及使用说明，下一节将详细的介绍各个应用接口。

表 2.3 应用接口一览表

标号	功能	使用说明
EMU	PROBE/EZ_PROBE 选择	EMU 选择 PRO，使用 PROBE 进行下载调试；EMU 选择 EZ，则使用 EZ__PORBE 进行下载调试。
VDDIO	I/O 输出电压选择	VDDIO 选择 5V，I/O 电压为 5V；选择 3.3V，则 I/O 电压为 3.3V。
4096	SIO 口选择	IOB0、IOB1 连接 SPR4096 的 SDA、SCK。
音频	音频放大电路输入选择	选择 DAC1/DAC2，音频信号放大输出，选择“自选”，则 DAC1/DAC2 悬空，用户可自由使用。
VREF	内部参考电压选择	连接则参考电压选择 V2VREF，否则默认参考电压为 3.3V
CF7	SPR4096 FLASH/SRAM 选择	CF7 连接 DGND，选择 FLASH；CF7 连接 3.3V，则选择 SRAM。
0~3.3V	0~3.3V 模拟电压输出	AD 转换实验的模拟电压输入源
COMM	串行通讯选择	左连接选择 RS232 通讯，右连接选择 USB 通讯。
9VDC	9VDC 外电源输入	
5VDC	5VDC 外电源输入	
SPK1/SPK2	音频信号功率输出	连接喇叭或耳机，语音播放使用。

RS232	DB9 RS232 接口	
USB	USB 接口	
IOALOW IOAHIG	SPCE061A 的 IOA 引出	
IOBLOW IOBHIG	SPCE061A 的 IOB 引出	
KEYPAD	键盘的行列接口	默认连接为 IOA0~IOA8
LED_SEG	数码管段、LED 驱动接口	默认连接为 IOA0~IOA8
LED_DIG	数码管位、LED 驱动接口	默认连接为 IOB2~IOB6
LCD	液晶接口	默认连接为 IOA0~IOA7、IOB2~IOB5
LIGHT	液晶背光选择	连接则液晶背光亮
PROBE	PROBE 在线调试编程接口	EMU 需选择 PROBE
EZ_PROBE	EZ_PROB 在线调试编程接口	EMU 需选择 EZ_PROBE

2.4　供电电路

供电电路如图 2.2 所示。用户可使用实验仪配套的 9VDC 电源，也可使用自选的 9VDC 电源。

9VDC 电源的极性可随意选择，由板内 D1~D4 二极管转换极性来确保系统的正常使用。用户也可自选 5VDC 电源从“5VDC”输入，但务必注意极性(右正左负)。正常情况下，接通电源后电源指示灯(POWER)点亮。若电源指示灯不亮，请迅速关断电源并查找原因。

SPCE061A 的 I/O 输出电压有 3.3V/5V 两种选择，跳线“VDDIO”可完成 I/O 电压的选择。右连接 I/O 电压选择了 3.3V，左连接 I/O 电压选择了 5V。请注意系统内各模块的逻辑接口电压，选择正确的 VDDIO，特别是 LCD、SPR4096，其接口逻辑电压为 3.3V。

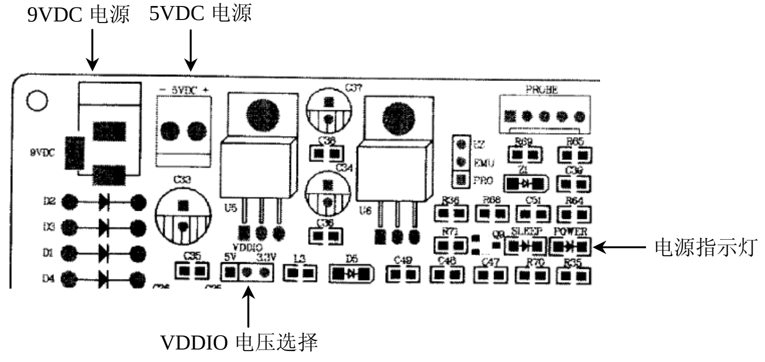


图 2.2 供电电路

2.5 DAC 输出电路

DAC 输出电路如图 2.3 所示。

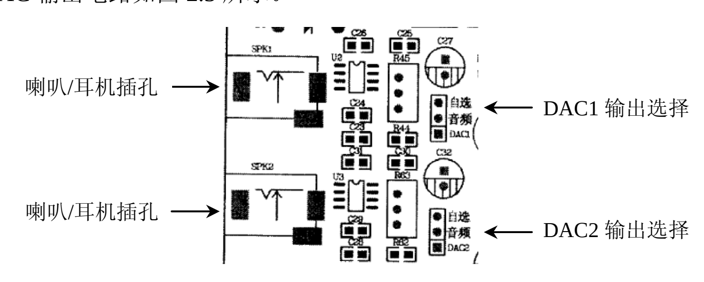


图 2.3 DAC 输出电路

做音频输出实验时，需将 DAC1/DAC2 与“音频”连接，DAC 输出信号通过音频放大电路，由喇叭/耳机插孔输出。做 DAC 输出波形测量实验时，将“音频”与“自选”连接，这时 DAC 脚悬空、音频放大电路闲置，可使用示波器来观察 DAC 的波形。详细的应用请参见实验 18。



2.6 AD/DA 模拟参考电压选择电路

AD/DA 模拟参考电压选择如图 2.4 所示。

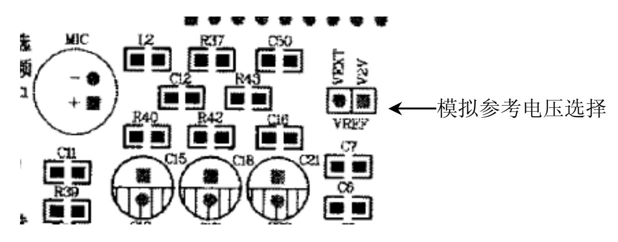


图 2.4 **AD/DA 模拟参考电压选择电路**

若将 VEXT 与 V2VREF 连接，则模拟参考电压选择了 SPCE061A 内部的 2V，若不连接，则模拟参考电压选择默认的 3.3V。

2.7 模拟电压(0~3.3V)输入电路

A/D 实验的模拟输入电压由 R73 调节产生，模拟电压输入电路如图 2.5 所示。详细的应用请配合提供的例程中实验 38。

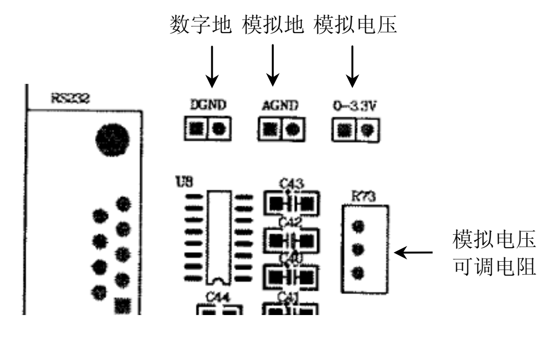


图 2.5 模拟电压输入电路

2.8 I/O 口引出接口

32 位 I/O 口引出接口如图 2.6 所示。

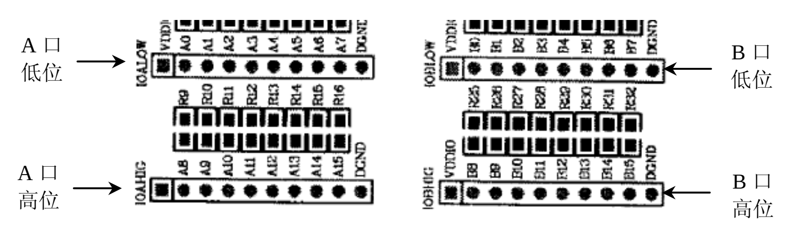


图 2.6　I/O 口引出接口

为方便用户的使用，每个 I/O 引出插针两端同时引出了 VDDIO 和 DGND。详细的应用请参见实验 3、4、5、6。

2.9 SPR4096 存储电路

SPR4096 的通讯接口及 FLASH/SRAM 功能选择接口如图 2.7 所示。

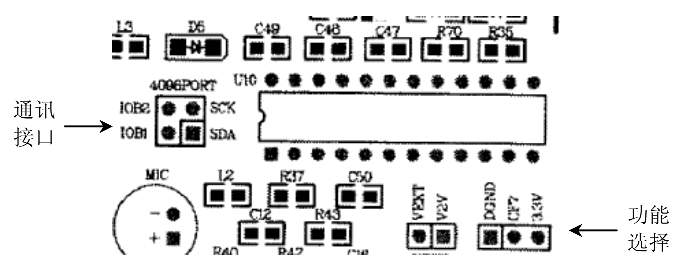


图 2.7　**SPR4096** 存储电路

SPCE061A 的 IOB0、IOB1 具有特殊功能：SCK、SDA。短接子连接后，IOB0、IOB1 连接至 SPR4096 的 SCK、SDA，做 SIO 通讯使用。

SPR4096 提供 FLASH 和 SRAM 两种存储方式，CF7 连接至 DGND，SPR4096 选择 FLASH 存储方式；CF7 连接至 3.3V， SPR4096 选择 SRAM 存储方式。详

细的应用请参见实验 26。

2.10　RS232/USB 通讯电路

RS232/USB 通讯电路如图 2.8 所示。

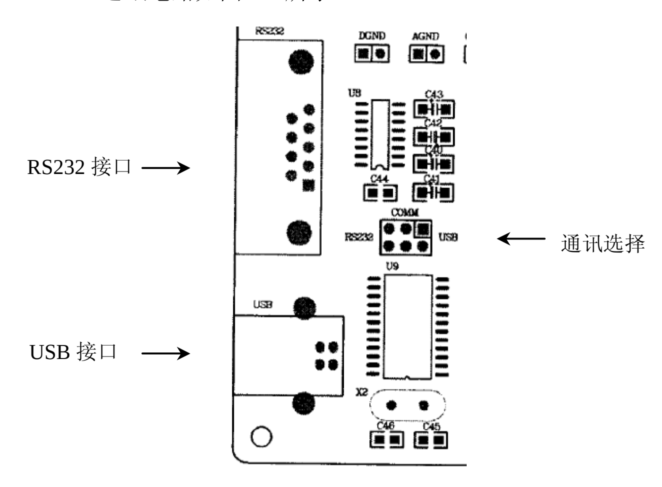


图 2.8　**RS232/USB 通讯电路**

连接方式 1（见图 2.9）是将 IOB7、IOB10 连接至 MAX232 芯片，完成 RS232 电平转换，进行串口通信。连接方式 2（见图 2.10）是将 IOB7、IOB10 连接至 SPCP825A，完成 UART/USB 数据转换。详细的应用请参见实验 16。

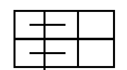


图 2.9　串口通信方式

注释:用两个短接子进行左连接。

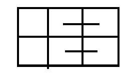
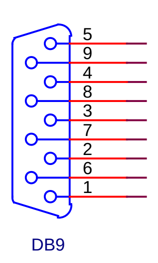


图 2.10　UART/USB 通信方式

注释:用两个短接子进行右连接。

RS232　DB9 接口引脚使用说明：

引脚	名称	功能
2	RXD	接收数据
3	TXD	发送数据
5	GND	数字地
1、4、6、7、8、9	空	未用



2.11　液晶显示电路

内藏 SPLC501 的液晶模组是 128×64 点阵 LCD，跳线“LCD”为 LCD 模组的数据线、控制线与 SPCE061A 的 I/O 间的连接接口。跳线“LIGHT”为背光控制接口，连接后背光灯亮，否则背光灯灭。液晶显示电路如图 2.11 所示。详细的应用请参见实验 25。

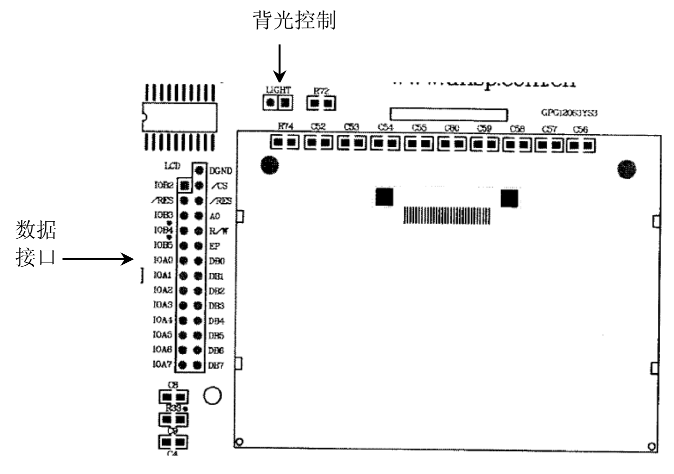


图 2.11　液晶显示电路

液晶显示模块各跳线说明(默认为 6800 时序)：

引脚符号	类型	说明
DB0~DB7	I/O	双向数据口
RESET	I	复位(低有效)
A0P	I	数据/使命字控制位
CS	I	片选(低有效)
R/W	I	读/写信号
EP	I	全能端(低有效)

实验仪默认的连接方式是：DB0~DB7 接到 IOA0~IOA7；CS 具体连接方式视实际情况而定。若端口复用，则 CS 可连接至 IOB2，若无需端口复用，CS 可简化连接至 DGND；RESET 接到系统的 RESET，A0P 接到 IOB3，R/W 接到 IOB4，EP 接到 IOB5，这是默认连接方式，也可以通过排线根据需要进行连接。背光选择跳线“LIGHT”短接后，背光亮。

2.12 4 位数码管、LED 指示灯电路

数码管、LED 指示灯的电路如图 2.12 所示。

8 个 LED 指示灯的阳极分别与 4 位数码管的段发光管阳极并联，并且 8 个 LED 指示灯的阴极接成共阴方式，类似于将 8 个 LED 指示灯组成一个数码管，与 4 位数码管一起组成 5 位数码管。8 段发光管分别用 abcdefgh 定义，以实验仪默认的连接方式是：IOA0~IOA7 控制 8 段 abcdefgh；4 位数码管的阴极和 8 个 LED 指示灯的共阴极分别用 DIG1、DIG2、DIG3、DIG4、DIG5 定义，IOB2~IOB5 控制 DIG1~DIG5，另外，也可以通过排线根据需要进行连接。段信号与位信号均为高电平有效。详细的应用请参见实验 24。

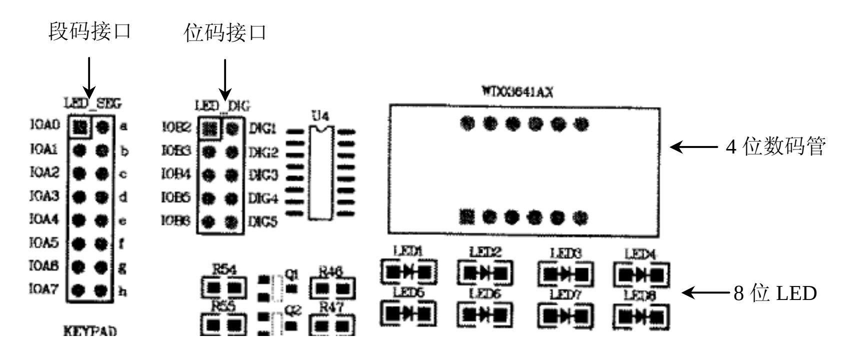


图 2.12　**4** 位数码管、LED 指示灯电路

2.13　1×8 键盘电路

1×8 键盘电路如图 2.13 所示。1×8 键盘的 8 列分别定义为 COL1、COL2、COL3、COL4、COL5、COL6、COL7、COL8，行定义为 ROW。实验仪默认的连接方式是：IOA0~IOA7 分别与 COL1~COL8 连接，IOA8 与 ROW 连接。用户可自行选择 ROW 接至 DGND 或 VDDIO。详细的应用请参见实验 34、35。

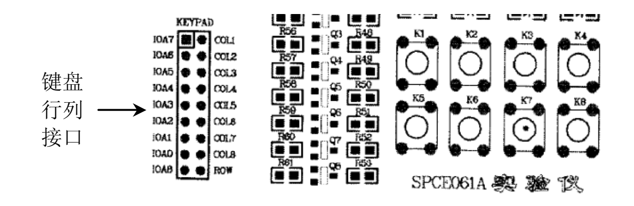


图 2.13　**1×8** 键盘电路

2.14　下载模式选择电路

PROBE/EZ_PROBE 下载模式选择电路如图 2.14 所示。



EMU 选择连接 PRO 时，在线模式选择 PROBE；EMU 选择连接 EZ 时，在线模式选择 EZ_PROBE。需注意：使用 EZ_PROBE 下载完程序后，若希望脱机(即非在线调试方式)运行，需将 EMU 连接至 PROBE。

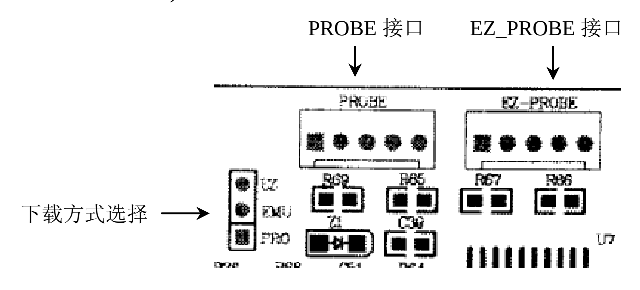


图 2.14　下载模式选择电路

第三章　系统自检操作

用户在正式使用实验仪之前，或在日后的检查中，可自行运行自检程序，来检查实验仪的功能是否正常。

3.1　自检前的准备

- 软件准备：

实验仪在出厂后均已下载自检程序，用户也可以从光盘中查找自检程序并下载。下载步骤参见 IDE 使用说明书。

- 硬件准备：

1．VDDIO 选择 3.3V；

2．液晶的 CS 连接至 IOB2，其它默认连接；

3．串行通讯选择 RS232，并将 RS232 DB9 的第 2、3 脚或 U8 MAX232 的第

7、8 脚短路。由于 MAX232 芯片的差异，VDDIO 选择 3.3V 有可能导致串行通讯测试失败，应视具体情况选择合适的 VDDIO，敬请注意；

4．SPR4096 选择 FLASH 功能，SIO 口默认连接；

5．USB 通讯在自检中无法测试，请用实验指导书中“实验十六”方法测试。

3.2 自检操作流程

在确认硬件连接正确且使用 IDE 下载自检程序成功(第一次使用可不必下载自检程序，出厂时已下载)，请务必按下“RESET”键，然后按 1 乘 8 键盘的按键 1 进入自检程序（按键 2 将进入一个小的很有趣的程序，点亮全部发光二极管和数码管，液晶会根据音乐的不同显示不同图像，流程如图 3.1）。自检过程遵循图 3.2 所示流程自动完成。

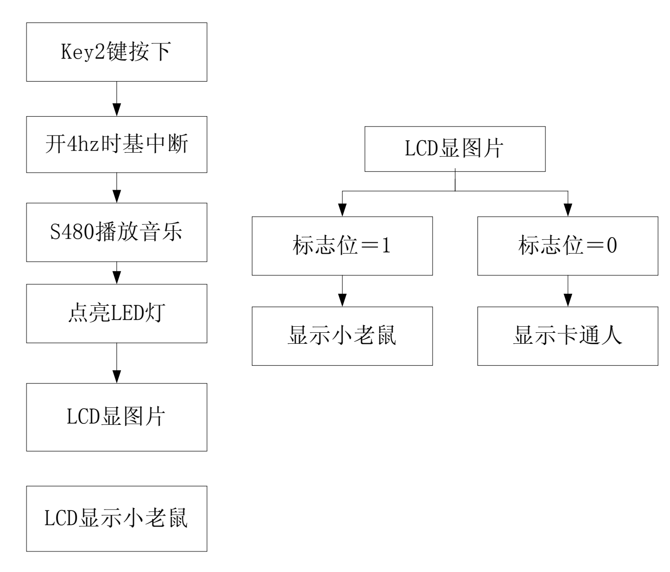


图 3.1 按下按键 2 后的程序流程图

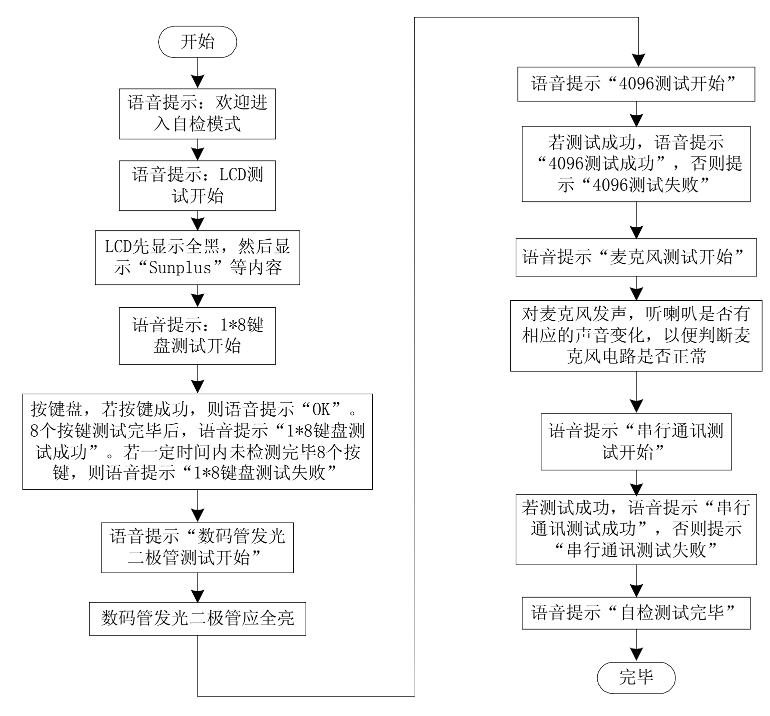


图 3.2　自检流程

自检通过，说明实验仪硬件无故障，您就可以利用实验仪上的资源或外接硬件进行开发了。当您在开发过程中遇到什么问题，请到凌阳大学计划的技术论坛：www.unsp.com.cn/dvbbs　或者　E-mail：unsp@sunplus.com.cn 进行咨询。愿 SPCE061A 陪您度过一个愉快的开发历程

第四章　实验仪演示程序运行

实验仪自检程序通过后，用户可以运行实验仪演示程序，来体验凌阳 16 位单片机的语音特色以及实验仪强大的功能。

4.1　演示程序准备

- 软件准备：

光盘中附带有演示程序。下载步骤请参见 IDE 使用说明书。

- 硬件准备：

1．VDDIO 选择 3.3V；

2．液晶的 CS 连接至 IOB2，其它默认连接；

3．用排线将数码管的段驱动 abcdefgh 与 IOA8-IOA15 连接、位驱动 DIG1-DIG5 与 IOB8-IOB12 连接。

4.2　演示程序功能说明

1．LCD 循环显示“WWW.UNSP.COM.CN　凌阳大学计划　凌阳科技　科技落实生活”；

2．数码管循环显示 1、2、3、4、5、6、7、8、9，发光二极管跟随闪烁；

3．喇叭播放音乐。



第五章　实验仪装箱单

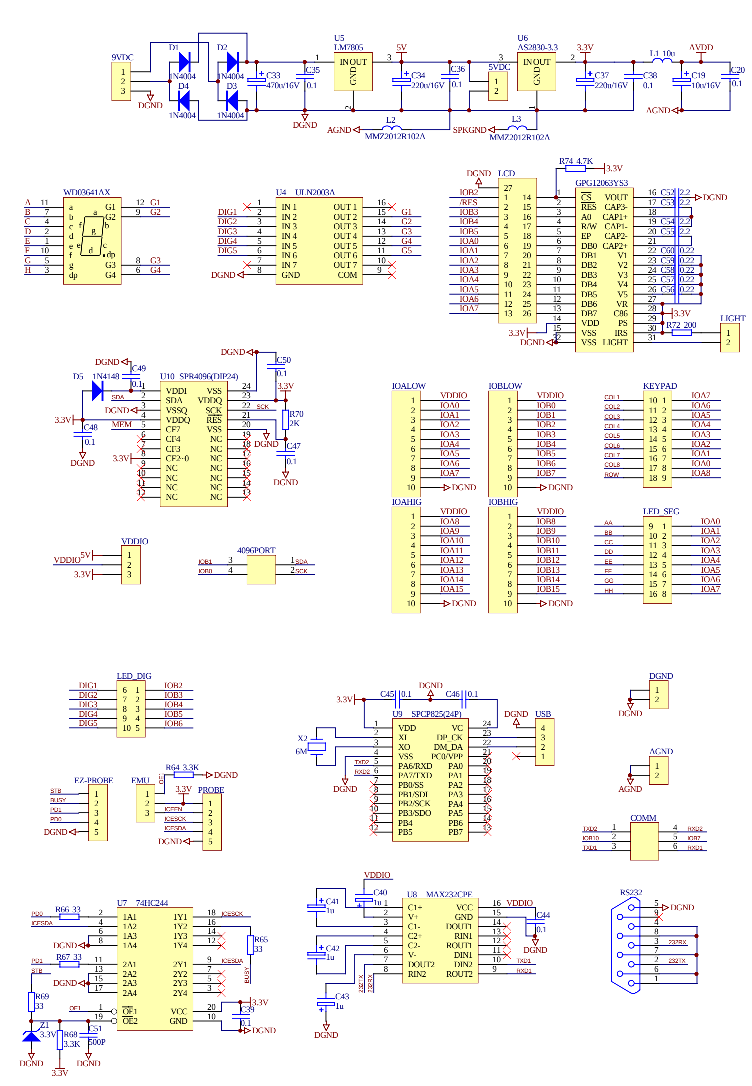
◆ 实验仪	1 台
◆ 实验仪使用说明书	1 本
◆ 实验指导书	1 本
◆ 光盘	1 张
◆ 下载线 EZ_PROBE	1 条
◆ 9 针 9 孔串口线	1 条
◆ 喇　叭	1 个
◆ 10 PIN 排线	2 条
◆ 9V 电源	1 个
◆ B 型 USB 线	1 条

尊敬的客户：

感谢您对凌阳的厚爱,若您收到的产品有损坏的情形，请您于收到日起七日内与我们联系,我们将会立即办理换货手续。

- 客服专线：**010—62962425**
- 技术支持：**010-62981668-2919**
- 客服信箱：**unsp@sunplus.com.cn**
- 欢迎登陆：**http://www.unsp.com.cn**
- 技术论坛：**http://www.unsp.com.cn/dvbbs/**

实验仪电路原理图　1



实验仪电路原理图 2